

PCT
 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
 Internationales Büro
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : H01J 35/08, 35/24	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 96/29723 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 26. September 1996 (26.09.96)
--	-----------	---

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP96/01145
(22) Internationales Anmeldedatum: 16. März 1996 (16.03.96)

(30) Prioritätsdaten:
 195 09 516.2 20. März 1995 (20.03.95) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): MEDIX-TEC GMBH MEDIZINISCHE GERÄTE [DE/DE]; Sperbersloher Strasse 568, D-90530 Wendelstein (DE).

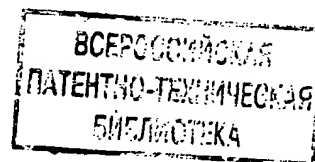
(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): REINHOLD, Alfred [DE/DE]; Sperbersloher Strasse 568, D-90530 Wendelstein (DE).

(74) Anwalt: BROSE, Manfred; Pellergasse 45, D-90475 Nürnberg (DE).

(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

Veröffentlicht

Mit internationalem Recherchenbericht.
 Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.



(54) Title: MICROFOCUS X-RAY DEVICE

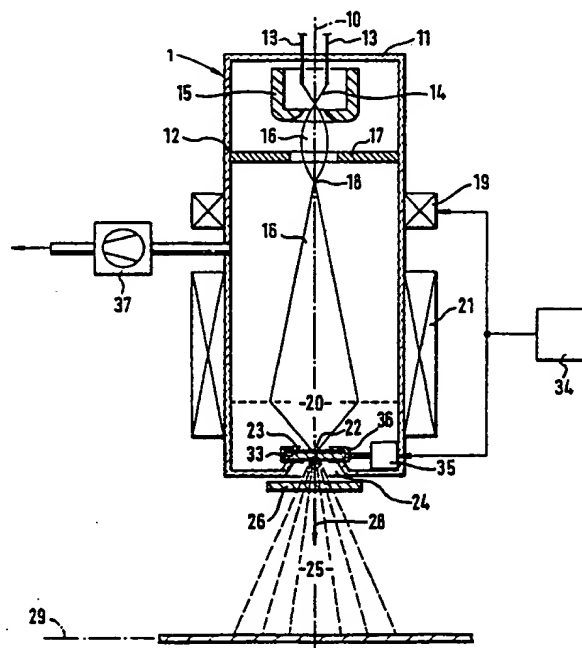
(54) Bezeichnung: MIKROFOCUS-RÖNTGENEINRICHTUNG

(57) Abstract

In a microfocus X-ray device for producing short-exposure X-ray images to be enlarged, a focused electron beam used for producing the X-radiation (16) strikes the braking material of a target (23). This causes the braking material to change to the fluid aggregate state in the focus point (22) as a result of the high thermal load. For that reason, the device is operated in pulse mode, and the position of the focus point (22) on the target (23) is changed for each electron bombardment. The braking material is located in a braking layer (32) on a support layer (33) and the electrode beam (16) impinges vertically on the braking layer (32) which is aligned with the electron beam (16). A control action interrupts the exposure at the latest when the support layer (33) starts to melt.

(57) Zusammenfassung

Bei einer Mikrofocus-Röntgeneinrichtung für vergrößerungsradiografische Kurzzeit-Aufnahmen trifft ein fokussierter Elektronenstrahl zur Erzeugung der Röntgenstrahlung (16) auf das Bremsmaterial eines Targets (23) auf. Hierbei geht im Brennfleck (22) das Bremsmaterial durch die hohe thermische Beanspruchung in den flüssigen Aggregatzustand über. Aus diesem Grund wird die Einrichtung im Impulsbetrieb betrieben, wobei die Lage des Brennflecks (22) auf dem Target (23) bei jeder Beaufschlagung gegenüber der vorherigen Lage versetzt ist. Das Bremsmaterial ist in einer Bremsschicht (32) auf einer Trägerschicht (33) angeordnet und der Elektronenstrahl (16) trifft senkrecht auf die zum Elektronenstrahl (16) orientierte Bremsschicht (32) auf. Eine Steuerung bricht spätestens beim Anschmelzen der Trägerschicht (33) die Bestrahlung ab.



Mikrofocus-Röntgeneinrichtung

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 1. Eine derartige Einrichtung ist aus der US-PS 4 344 013 (Ledley) bekannt.

5 Die Verwendbarkeit sogenannter direkt- und vergrößerungsradiographischer Einrichtungen, insbesondere auf den Gebieten der Materialprüfung und der Medizin, ist in dem Beitrag "Entwicklung und Perspektiven der medizinischen Vergrößerungsradiographie" von G.Reuther,
10 H.-L. Kronholz und K.B. Hüttenbrink in RADIOLOGE Bd.31 (1991) 403-406, näher beschrieben. Die Funktion solcher Einrichtungen beruht auf der strahlengeometrischen Gesetzmäßigkeit, nach welcher eine Strahlungsquelle nur dann zu kontrastreichen Schattenbildern hoher Ortsauflösung
15 führt, wenn die abbildungswirksame Abstrahlfläche sehr klein im Vergleich zur bestrahlten Fläche des abzubildenden Objektes ist. Weil anderenfalls jeder Punkt des Objektes unter verschiedenen Winkeln, nämlich von verschiedenen Stellen der Strahlenquelle her, bestrahlt werden würde,
20 ergäbe jeder Objekt-Punkt bei der Projektion in die

Bildebene gegeneinander versetzte Schattenwürfe, und insgesamt wäre das Resultat eine verwaschene Kontur des Objektes, das nach Maßgabe seiner Entfernung von der Bildebene vergrößert dargestellt wird.

5
Trotz der damit erreichbaren Verbesserung der Auflösung haben sich Mikrofocus-Röntgeneinrichtungen in der Praxis, insbesondere der medizinischen Diagnostik, nicht so recht durchsetzen können. Das scheint vor allem darauf
10 zurückzuführen zu sein, daß sie nur mit beschränkter Röntgenstrahlungs-Leistung arbeiten können. Denn die sehr enge Fokussierung des Elektronenstrahles auf das Bremstarget ergibt einen Brennfleck (Fokus) sehr kleinen Durchmessers mit dementsprechend sehr hoher Energiedichte.
15 Diese große spezifische Belastung führt schnell dazu, daß das gewöhnlich unter einer Richtung von 10° bis 45° bestrahlte Target eine - für die Umwandlung der auftreffenden Elektronenstrahlenergie in abzugebende Röntgenstrahlenenergie - nachteilige Veränderung seiner Topographie mit baldiger
20 Zerstörung der Bremsschicht erfährt. Andererseits müßte die Belichtungszeit pro Röntgenaufnahme verlängert werden, wenn mit Röntgenstrahlen geringerer Leistung gearbeitet würde, was aber der Forderung nach kurzen Belichtungszeiten im Bereich von zehntel bis hundertstel Sekunden
25 widerspräche, um eine unnötig hohe Strahlenbelastung und um Unschärfen aufgrund der Objekt-Bewegung zu vermeiden. Je kleiner allerdings der thermische Brennfleck auf der Target-Anode ist, desto niedriger wird auch die elektrische
30 Leistung, die von der kleinen Targetfläche aufgenommen werden kann, ehe sie zu schmelzen beginnt. Dieses Verhalten widerspricht also der Forderung nach höherer Dichte der auf das Target aufprallenden Elektronenstrahlen für höhere Leistung der Röntgenstrahlung.

Aus der eingangs genannten US-PS 4 344 013 (Ledley) ist eine Mikrofocus-Röntgeneinrichtung bekannt, die bereits mit einem angeschmolzenen Target arbeitet. Bei dieser Einrichtung fällt der Elektronenstrahl auf ein
5 schräggestelltes Target, so daß die erzeugte Röntgenstrahlung gleichfalls in einem Winkel vom Target abgestrahlt wird. Bei dieser Einrichtung ist jedoch nicht berücksichtigt worden, daß schon vor dem vollständigen
10 Durchbrennen des Targets eine schnell fortschreitende Kraterbildung dazu führt, daß die optische Achse der abgestrahlten Röntgen-Nutzstrahlung eine Abschattung von dem aufquellenden Kraterrand erfährt, der die Röntgenstrahlung weitgehend absorbiert. Es ergibt sich ein
15 diffuses Röntgenlicht, das nicht als von einer punktförmigen Quelle ausgehend angesehen werden kann. Deshalb hat sich eine derartige Einrichtung mit einer zum einfallenden Elektronenstrahl schrägen Stellung des Targets nicht bewährt.

20 Die DE-OS 34 01 749 A1 (Siemens) betrifft eine Röntgenrichtung, bei der der Elektronenstrahl auf dem Bremsmaterial ständig und beispielsweise mäanderförmig abgelenkt wird. Dadurch wird jedoch der wirksame Brennfleck vergrößert, wodurch - wie oben beschrieben - die Bildschärfe
25 leidet.

Aus der DE-OS 26 53 547 A1 (Koch u. Sterzel) ist ein Transmissions-Target bekannt, bei dem das Bremsmaterial auf einem Trägermaterial angeordnet ist. Die Vermeidung einer
30 kritischen thermischen Beanspruchung, wie sie in Mikrofocus-Einrichtungen auftritt, ist in dieser Schrift nicht angesprochen.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, der Mikrofokus-Rodiographie weitere Einsatzbereiche zu eröffnen, indem trotz minimierten Brennfleckdurchmessers auf dem Target eine strahlengeometrisch verfügbare Röntgenstrahlung erzeugt wird.

Diese Aufgabe ist nach der Erfindung dadurch gelöst, daß die gattungsgemäße Einrichtung auch nach dem Kennzeichnungsteil des Anspruchs 1 ausgelegt ist.

In den Unteransprüchen werden Fortbildungen und Ausgestaltungen der Erfindung beansprucht.

In den Zeichnungen ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Es zeigen :

Fig. 1 einen schematischen Längsschnitt durch eine Mikrofocus-Röntgeneinrichtung,

Fig. 2 einen Schnitt durch das Target in vergrößertem Maßstab,

Fig. 3 das Target nach Figur 2 mit einer Messung des Targetstroms,

Fig. 3A den Verlauf des Targetstroms in Abhängigkeit von der Bestrahlungsdauer,

Fig. 4 ein Target mit einem eingezeichneten Bremsvolumen und

Fig. 4A eine Trägerschicht mit Trägermaterial-Dotierungen.

Die Mikrofocus-Röntgeneinrichtung 1 besteht aus einem evakuierten Gehäuse 11, 12 aus Glas oder nicht-ferromagnetischem Metall. Die Röhre 12 hat einen beliebigen, in der Regel runden Querschnitt. Durch eine rückwärtige Stirnfläche 11 der Röhre 12 ragen elektrische Speisedrähte 13 für eine haarnadelförmige Kathode 14 ins Innere der Röhre 12 hinein. Die erhitzte Kathode 14 wirkt als Elektronenquelle, aus deren Abstrahlung mittels eines kappenförmigen Gitters 15 ein schmaler divergierender Elektronenstrahl 16 ausgeblendet wird. Der Strahl 16 tritt durch die zentrale Öffnung einer Lochscheibenanode 17 hindurch und erfährt dabei eine Bündelung zu einem virtuellen Brennfleck 18. Der sich danach wieder aufweitende Strahl 16 durchläuft die Querschnittszone einer außerhalb der Röhre 12 angeordneten Ablenkspule 19 und wird im

magnetischen Spalt 20 einer sich anschließenden Fokussierspule 21 gebündelt. Die Fokussierspule 21 bildet als elektromagnetische Linse ein verkleinertes Bild des virtuellen Brennflecks 18 als Brennfleck 22 auf einem Transmissionstarget 23 ab, das sich in der Austrittsöffnung 24 der Röhre 12 befindet. Die Fokussierspule 21 erzeugt einen extrem kleinflächigen Brennfleck 22 in der Größenordnung von typisch 0,5 ... 100 μm . Das Target 23 besteht aus einer dünnen Bremsschicht 32 aus einem Metall hoher Ordnungszahl im periodischen System der Elemente, wie Wolfram, Gold, Kupfer oder Molybdän, und einer schwach Röntgenstrahlen absorbierenden aber gut wärmeleitenden Trägerschicht 33, vorzugsweise aus Aluminium oder Beryllium. Infolge der Bremswirkung des Targetmaterials lösen die auftreffenden Elektronen des Strahls 16 die Röntgenstrahlung 25 aus. Ein Teil der Röntgenstrahlung 25 durchdringt das Target 23 mit der Strahlrichtung 28, die mit der Strahlachse 10 des Elektronenstrahls 16 übereinstimmt und verläßt die Röhre 12 in Richtung auf eine Probe 26 als divergierender Röntgenstrahl 25. Aufgrund der geometrischen Strahlengesetzmäßigkeit wird die Struktur der Probe 26, insoweit sie für die Röntgenstrahlen 25 mehr oder minder undurchlässig ist, entsprechend vergrößert als Schattenriß auf einen in größerem Abstand hinter der Probe 26 parallel zum Transmissionstarget 23 und somit senkrecht zur Strahlrichtung 28 angeordneten Film in der Bildebene 29 projiziert.

Eine Absauganlage 37 zur Aufrechterhaltung des Vakuums in der Röhre 12 und zum Abziehen von dampfförmigen Materials Spuren der verbrennenden Kathode 14 bewirkt zugleich ein Reinhalten des Innenraums der Röhre 12 von abgeschmolzenen Materialpartikeln aus dem Brennfleckloch 31 im Target 23.

Die besonders hohe Ausbeute an Röntgenstrahlen 25 ergibt sich aus dem extrem kleinflächig angeregten Bremsvolumen 40 (Figur 4) im Transmissionstarget 23. Die hohe Leistungsdichte, also die hohe flächenspezifische physikalische Beanspruchung mit dem mikrofokussierten Elektronenstrahl 16, führt zum Einbrennen eines Brennfleckloches 31 in das Target 23, so daß sich in Abgangsrichtung 28 der Röntgenstrahlen 25 das verbleibende Targetmaterial und damit dessen strahlenschwächende Eigenabsorption fortlaufend verringert. Die Bremsschicht 32 wird durch den auftreffenden Elektronenstrahl 16 gezielt abgeschmolzen, was hinsichtlich ihres Aggregatzustandes eine dynamisch sich verändernde Röntgenstrahlungsquelle darstellt.

Wenn das Bremsmaterial als dünne Schicht 32, etwa aus Wolfram, auf einer dagegen dicken Trägerschicht 33 aus gut wärmeleitendem Material, wie Beryllium oder Aluminium, gelagert ist, dann ist es kaum vermeidbar aber auch unkritisch, daß am Boden des Loches 31 in der Bremsschicht 32 schließlich vom mikrofokussierten Elektronenstrahl 16 auch die in Strahlrichtung 28 dahinterliegende Trägerschicht 33 angeschmolzen wird. Dann allerdings muß die Bestrahlung des Targets 23 an dieser Stelle beendet werden, also in der Anwendung dieser Röntgeneinrichtung 1 die Aufnahme beendet sein; denn die Beaufschlagung der Trägerschicht 33 mit Elektronenstrahlen 16 führt nur noch zu einer sehr weichen Röntgenstrahlung 25 und damit in der Bildebene 29 zu kaum verwertbaren diffusen Schattenbildern der zu durchleuchtenden Probe 26.

Für das nächste aufzunehmende Röntgenschatenbild erfolgt wiederum die sehr kurzzeitige Bestrahlung des Transmissionstargets 23 mit einem mikrofokussierten Elektronenstrahl 16, wofür wiederum die Kathode 14 nur

kurzzeitig betrieben und/oder der Strahl 16 über eine verschwenkbare, in der Zeichnung nicht dargestellte, Blende nur kurzzeitig freigegeben oder der Strahl 16 über eine entsprechende Ansteuerung der Ablenkspule 19 kurzzeitig aus einer funktionslosen Warterichtung in die Geräte- und Wirkachse 10 der Strahlrichtung 28 verschwenkt wird. Allerdings darf beim Transmissionstarget 23 nicht wieder eine Stelle bestrahlt werden, an der zuvor schon ein Loch 31 eingebrannt worden ist, weil sonst alsbald oder sogar unmittelbar die Trägerschicht 33 anstatt der Bremsschicht 32 aus Bremsmaterial angeschmolzen werden würde. Deshalb ist eine Versatzsteuerung 34 vorgesehen, die durch die vorbeschriebene Strahlablenkung mittels der Ablenkspule 19 aus der Geräteachse 10 heraus und/oder durch Verlagerung des Targets 23 relativ zur Geräteachse 10 dafür sorgt, daß nur entlang eines mäandrisch oder spiralbogenförmig verlaufenden Weges aufeinanderfolgende Brennflecke 22 hervorgerufen werden. Dadurch ist sichergestellt, daß nur unverbrauchte Bereiche des Targets 23 nacheinander beansprucht werden und so eine Zerstörung der Trägerschicht 33 mit Auslösen nur wenig nützlicher da zu energieärmer Röntgenstrahlung vermieden wird. Das Target 23 wird also durch die senkrechte Beaufschlagung mit Elektronen im Durchlichtbetrieb so belastet, bis eine Aggregatums- wandlung in die schmelzflüssige Phase einsetzt.

Zur Veranschaulichung der Verlagerung des Targets 23 relativ zur Röhre 12 bzw. ihrer Achse 10 ist in der Zeichnung ein Positioniermotor 35 in die Röhre hineinverlegt, zeichnerisch dargestellt. Stattdessen kann das Target 23 samt Positioniermotor 35 grundsätzlich auch stirnseitig vor der Austrittsöffnung 24 der Röhre 12 vakuumdicht gehalten sein; oder von einer externen Anordnung des Positioniermotors 35 her greift durch die Wandung hindurch ein Gestänge an einer Dreh- oder Schiebehalterung 36 für das Target im Inneren der Röhre 12 an.

Wie vorstehend dargelegt worden ist, muß die Verlagerung des Targets 23 immer dann erfolgen, wenn der Elektronenstrahl 16 das Mikro-Loch 31 so tief in die Bremsschicht 32 eingebrannt hat, daß es die Trägerschicht 33 erreicht.

5 Ein einfaches Verfahren zur Bestimmung dieses Zeitpunktes besteht darin, nach einer hinsichtlich der Leistung abschätzbaren oder leichter noch empirisch bestimmbaren kurzen Bestrahlungszeit in der Größenordnung von Milli- oder Mikrosekunden die Brennfleckerzeugung auf dem Target 10 23 zu beenden, wofür der Elektronenstrahl, wie vorstehend bereits beschrieben, abgeschaltet, abgeblendet oder aus dem Targetbereich herausgeschwenkt werden kann. Dieses Verfahren nimmt jedoch keine Rücksicht auf den individuellen 15 Zustand des Mikro-Lochs 31. Es kann also durchaus sein, daß bei diesem Verfahren die Trägerschicht 33 bereits bestrahlt wird oder daß andererseits der Mikro-Loch 31 noch nicht die Grenze zwischen Bremsschicht 32 und Trägerschicht 33 erreicht hat.

20 Ein wesentlich genaueres Verfahren zur Bestimmung des Zeitpunktes t_a , an dem die Bremsschicht 32 durchgeschmolzen ist und die Elektronen auf die Trägerschicht 33 auftreffen, ist die in Figur 3 wiedergegebene Messung des Targetstromes I. 25 Wird, wie in Figur 3 dargestellt ist, der Targetstrom I als Funktion der Bestrahlungszeit t gemessen, dann hat dieser den in Figur 3A dargestellten Verlauf. Im Zeitpunkt t_a erfolgt eine sprunghafte Erhöhung des Targetstromes. Der Zeitpunkt t_a ist derjenige Zeitpunkt, an dem der 30 Elektronenstrahl die Bremsschicht 32 durchstoßen hat und das Mikro-Loch 31 bis auf die Trägerschicht 33 reicht. Durch Messung des Targetstroms I kann also sehr leicht durch die Steuerung ein Befehl für die Umlenkung des Elektronenstrahls 16 gewonnen werden. Hierbei werden automatisch sämtliche 35

lokalen Besonderheiten von Bremsschicht 32 und Trägerschicht 33 berücksichtigt.

Dringt ein in einem Hochspannungsfeld beschleunigtes Elektron in die Oberfläche von Materie ein, so erfährt es in Wechselwirkung mit der Materie eine Folge elastischer Stöße, bei denen es jeweils einen Teil seiner kinetischen Energie verliert, die sich in Strahlung umwandelt. Ein Teil dieser Strahlung besteht aus Röntgenstrahlung. Während der Folge der elastischen Stöße durchläuft das Elektron innerhalb des Targetmaterials ein Bremsvolumen 40 (Figur 4), dessen Ausdehnung in erster Linie durch die Ordnungszahl Z des Targetmaterials, die Energie E_0 der Elektronen und durch den Elektronenstrahldurchmesser d bestimmt ist.

Die Röntgenstrahlung entsteht innerhalb des beschriebenen Bremsvolumens 40. Die Ausdehnung der Strahlenquelle ist somit bestimmt durch die Größe des Bremsvolumens 40. Selbst dann, wenn ein gegen "Null" gehender Elektronenstrahldurchmesser d angenommen wird, bleibt infolge der Ausbreitung der Elektronen ein endliches Bremsvolumen 40 bestehen. Somit kann eine, im wesentlichen durch E_0 und Z bestimmte minimale Strahlenquellengröße grundsätzlich nicht unterschritten werden.

Soll nun eine weitere Verkleinerung der Strahlenquelle erreicht werden, so müssen in das Trägermaterial Targetmaterial-Dotierungen 41 (Figur 4A) eingebracht werden deren Volumina jeweils deutlich kleiner sind als das vorbeschriebene Bremsvolumen 40 der Elektronen in einem zusammenhängenden Targetmaterial.

Die nutzbare Röntgenstrahlung entsteht nur im Targetmaterial hoher Ordnungszahl. Die aus den Targetmaterial-Dotierungen 41 in das Trägermaterial geringer Ordnungszahl

eingedrungenen Elektronen tragen nicht zur nutzbaren Röntgenstrahlung bei, wie auch die neben den Dotierungen 41 direkt in das Trägermaterial eindringenden Elektronen nicht wesentlich zur nutzbaren Strahlung beitragen.

5

Da in den kleinen Dotierungsvolumina gemäß Figur 4A bei gleicher Elektronenstrahldichte somit weniger Röntgenphotonen pro Zeit entstehen als in dem größeren Bremsvolumina 40 in einer Bremsschicht 32 (Figur 2), muß die Elektronenstrahldichte (Strom) erhöht werden. Das führt zwar zum schnelleren Abschmelzen der Targetmaterial-Dotierungen 41 und deren Trägermaterialumgebung, jedoch kann auch die während des Schmelzvorganges entstehende Röntgenstrahlung genutzt werden. Für die nächste Röntgenaufnahme wird der Elektronenstrahl 16 in bekannter Weise auf eine noch unbenutzte Dotierungsstelle 41 gelenkt, usw.. Die Dotierungen 41 können zum Beispiel in einem definierten Raster angeordnet sein.

10

15

20

Bezugszeichenliste

1	Mikrofocus-Röntgeneinrichtung	
10	Geräte- und Strahlachse	
11	Stirnfläche	
12	Röhre	
13	Speisedrähte	
14	Kathode	
15	Gitter	
16	Elektronenstrahl	
17	Lochscheibe	
18	virtueller Brennfleck	1
19	Ablenkspule	
20	magnetischer Spalt	
21	Fokussierspule	
22	Brennfleck	1
23	Transmissionstarget	
24	Austrittsöffnung	
25	Röntgenstrahlung	
26	Probe	
28	Strahlrichtung der Röntgenstrahlen	2
29	Bildebene	
31	Mikroloch	
32	Bremsschicht	
33	Trägerschicht	
34	Versatzsteuerung	2
35	Positioniermotor	
36	Dreh- oder schiebehalterung	
37	Absauganlage	
40	Bremsvolumen	
41	Dotierungen	

Patentansprüche

1. Mikrofokus-Röntgeneinrichtung, wobei ein fokussierter Elektronenstrahl zur Erzeugung der Röntgenstrahlung auf ein Bremsmaterial eines Targets (23) auftrifft, im Brennfleck (22) das Bremsmaterial durch die hohe thermische Beanspruchung mindestens in den flüssigen Aggregatzustand übergeht und die Lage des Brennflecks (22) auf dem Target (23) mit jeder Beaufschlagung gegenüber der vorherigen Lage versetzt ist, dadurch gekennzeichnet, daß das Bremsmaterial in einer Bremsschicht (32) auf einer Trägerschicht (33) angeordnet ist, der Elektronenstrahl (16) senkrecht auf die zum Elektronenstrahl (16) hin orientierte Bremsschicht (32) auftrifft und eine Steuerung (34) vorgesehen ist, welche den Elektronenstrahl (16) spätestens beim Anschmelzen der Trägerschicht (33) abbricht.
2. Einrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine unstetige mäander- oder spiralförmige Strahlablenkung über dem Target (23).
3. Einrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine Verdrehung und/oder Verschiebung des Targets (23) von einer Bestrahlung zur nächsten.
4. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerung (34), die den Elektronenstrahl (16) spätestens beim Anschmelzen der Trägerschicht (33) abbricht, zeitgesteuert ist.

5. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerung (34) den Zeitpunkt (t_a) an dem der Elektronenstrahl (16) die Trägerschicht (33) anschmilzt, durch Messung des Targetstromes (I) ermittelt.
6. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Bremsmaterial in Form von Dotierungen (41) in der Trägerschicht (33) angeordnet ist.

5

10

2 / 3

Fig. 2

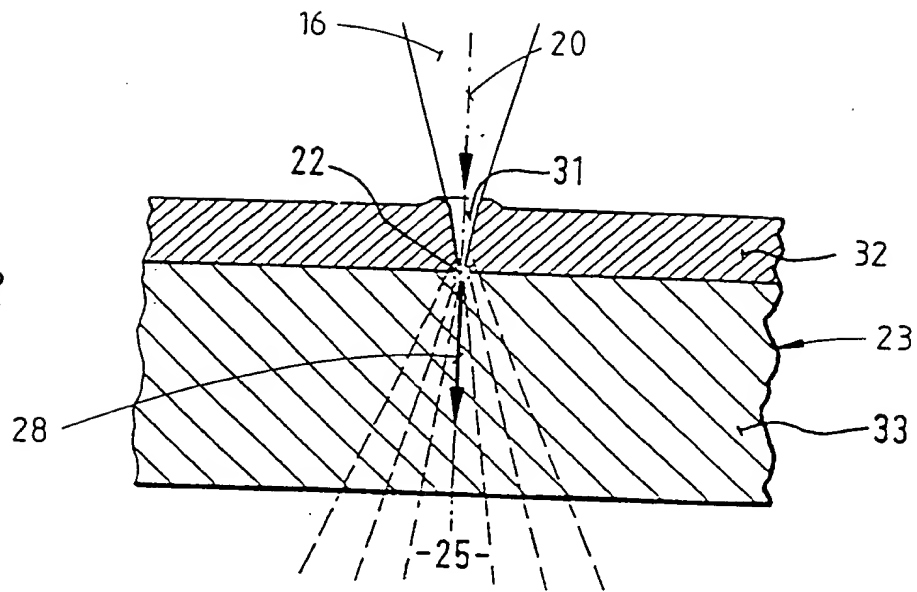


Fig. 3

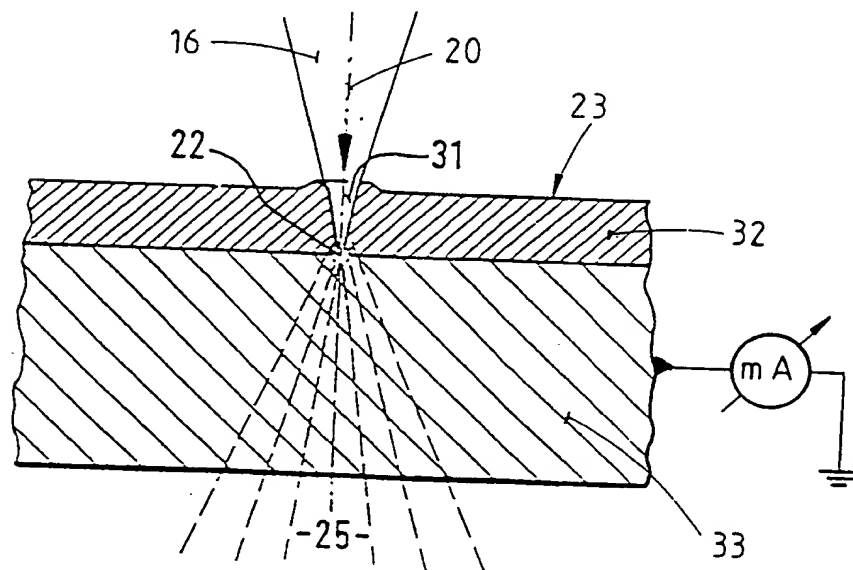
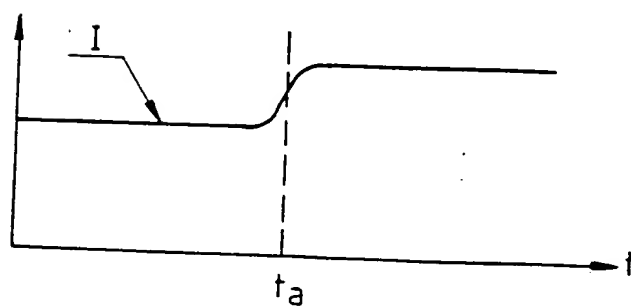


Fig. 3A



3 / 3

Fig. 4

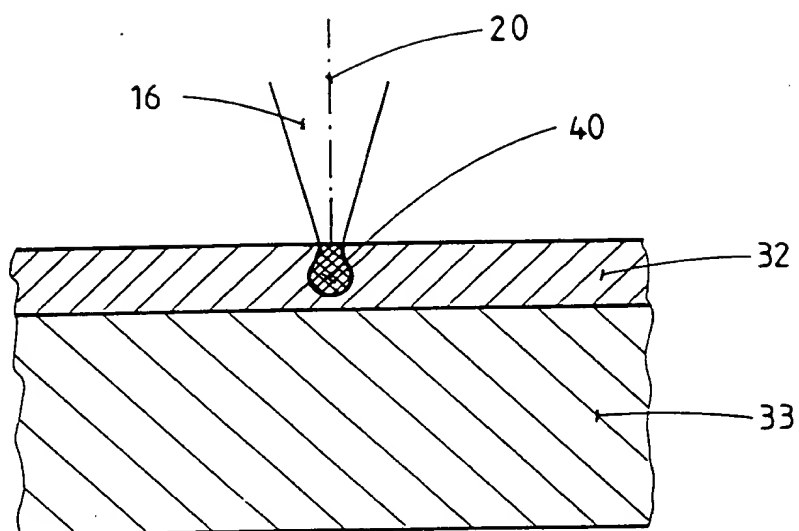
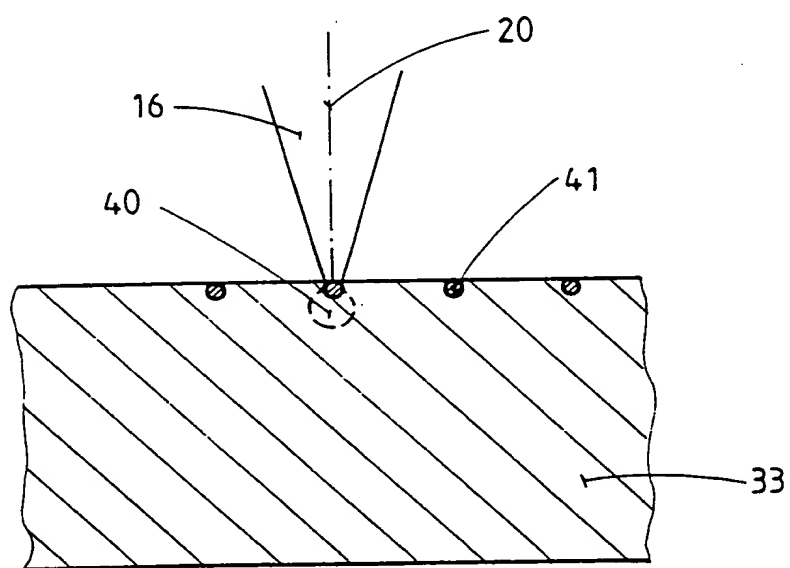


Fig.4A



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter. Appl. No.

PC1/EP 96/01145

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 IPC 6 H01J35/08 H01J35/24

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 IPC 6 H01J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US,A,4 344 013 (LEDLEY ROBERT S) 10 August 1982 cited in the application see column 2, line 17 - line 21 see column 3, line 53 - line 55 see column 4, line 22 - column 5, line 4 see column 6, line 3 - line 16 see column 6, line 20 - line 33 see figures ---	1-4
Y	DE,A,33 07 019 (SCANRAY SCANDINAVIAN X RAY DEU) 30 August 1984 see page 4 see page 6, paragraph 1 see page 7, paragraph 2 see page 8, paragraph 3 see figure 4 --- -/--	1-4

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

2 July 1996

Date of mailing of the international search report

1 7. 07. 96

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax (- 31-70) 340-3016

Authorized officer

Colvin, G

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PC1/EP 96/01145

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	FR,A,2 333 344 (RADIOLOGIE CIE GLE) 24 June 1977 cited in the application see page 1, line 26 - page 2, line 6 see figure ---	1
A	EP,A,0 319 912 (WANG CHIA GEE DR) 14 June 1989 see figure 2 see column 5, line 16 - column 6, line 18 see column 7, line 15 - line 45 ---	1
A	EP,A,0 150 364 (SIEMENS AG) 7 August 1985 cited in the application see figure 2 ---	2
A	EP,A,0 461 776 (HITACHI LTD) 18 December 1991 see column 10, line 49 - column 11, line 15 see claims 7,8,10 ---	1
A	JOURNAL OF PHYSICS D APPLIED PHYSICS., vol. 19, 1986, LETCHWORTH GB, pages 2281-2292, XP002007259 D E GRIDER AT AL.: "Electron beam melting in microfocus x-ray tubes" -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

International Application No

PC1/EP 96/01145

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US-A-4344013	10-08-82	US-A- 4281269	28-07-81
DE-A-3307019	30-08-84	NONE	
FR-A-2333344	24-06-77	DE-A- 2653547	16-06-77
		JP-A- 52067994	06-06-77
		NL-A- 7613134	01-06-77
		US-A- 4075526	21-02-78
EP-A-0319912	14-06-89	JP-A- 2138856	28-05-90
		US-A- 5044001	27-08-91
EP-A-0150364	07-08-85	DE-A- 3401749	01-08-85
		DE-A- 3470361	11-05-88
		US-A- 4748650	31-05-88
EP-A-0461776	18-12-91	JP-A- 4032800	04-02-92
		JP-B- 7119837	20-12-95
		US-A- 5222114	22-06-93

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 6 H01J35/08 H01J35/24

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 6 H01J

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US,A,4 344 013 (LEDLEY ROBERT S) 10.August 1982 in der Anmeldung erwähnt siehe Spalte 2, Zeile 17 - Zeile 21 siehe Spalte 3, Zeile 53 - Zeile 55 siehe Spalte 4, Zeile 22 - Spalte 5, Zeile 4 siehe Spalte 6, Zeile 3 - Zeile 16 siehe Spalte 6, Zeile 20 - Zeile 33 siehe Abbildungen	1-4
Y	DE,A,33 07 019 (SCANRAY SCANDINAVIAN X RAY DEU) 30.August 1984 siehe Seite 4 siehe Seite 6, Absatz 1 siehe Seite 7, Absatz 2 siehe Seite 8, Absatz 3 siehe Abbildung 4	1-4

	-/-	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

2.Juli 1996

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

17.07.96

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+ 31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Colvin, G

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	FR,A,2 333 344 (RADIOLOGIE CIE GLE) 24.Juni 1977 in der Anmeldung erwähnt siehe Seite 1, Zeile 26 - Seite 2, Zeile 6 siehe Abbildung ---	1
A	EP,A,0 319 912 (WANG CHIA GEE DR) 14.Juni 1989 siehe Abbildung 2 siehe Spalte 5, Zeile 16 - Spalte 6, Zeile 18 siehe Spalte 7, Zeile 15 - Zeile 45 ---	1
A	EP,A,0 150 364 (SIEMENS AG) 7.August 1985 in der Anmeldung erwähnt siehe Abbildung 2 ---	2
A	EP,A,0 461 776 (HITACHI LTD) 18.Dezember 1991 siehe Spalte 10, Zeile 49 - Spalte 11, Zeile 15 siehe Ansprüche 7,8,10 ---	1
A	JOURNAL OF PHYSICS D APPLIED PHYSICS., Bd. 19, 1986, LETCHWORTH GB, Seiten 2281-2292, XP002007259 D E GRIDER AT AL.: "Electron beam melting in microfocus x-ray tubes" -----	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCI/EP 96/01145

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US-A-4344013	10-08-82	US-A- 4281269	28-07-81
DE-A-3307019	30-08-84	KEINE	
FR-A-2333344	24-06-77	DE-A- 2653547	16-06-77
		JP-A- 52067994	06-06-77
		NL-A- 7613134	01-06-77
		US-A- 4075526	21-02-78
EP-A-0319912	14-06-89	JP-A- 2138856	28-05-90
		US-A- 5044001	27-08-91
EP-A-0150364	07-08-85	DE-A- 3401749	01-08-85
		DE-A- 3470361	11-05-88
		US-A- 4748650	31-05-88
EP-A-0461776	18-12-91	JP-A- 4032800	04-02-92
		JP-B- 7119837	20-12-95
		US-A- 5222114	22-06-93

C L A I M S

1. A microfocus X-ray apparatus in which a focused electron beam for obtaining the X-ray radiation enters a brake material of a target (23), due to high thermal load the brake material in a focusing point (22) changes at least into a liquid aggregate state, and a position of the focusing point on the target (23) is shifted relative to the previous position, characterized in that the brake material is in a brake layer (32) on a base layer (33), an electron beam (16) falls to the brake layer (32) oriented perpendicularly to the electron beam (16), and a control (34) is provided that interrupts the electronic beam (16) not later than the start of melting the base layer (33).

2. An apparatus according to Claim 1, characterized by non-constant deviation of the beam in the form of méander or helix above the target (23).

3. An apparatus according to Claim 1, characterized by twisting (pivoting) or alternating the target (23) from one bombardment to the next.

4. A X-ray radiation generator according to any one of Claims 1 to 3, characterized in that the control device (34), that interrupts the electronic beam not later than the start of melting the base layer, is controllable with time exposure.

5. An apparatus according to any one of Claims 1 to 3, characterized in that the control device (34) determines a moment (time) t_a , when the electron beam (16) melts the base layer (33), by measuring a target current (1).

6. A X-ray radiation generator according to any one of Claims 1 to 5, characterized in that the brake material is arranged in the form of additives (41) in the base layer (33).